

Leitungsschutzschalter versus elektronisches Selektivitätsmodul

Selektive Überwachung von DC 24-V-Verbraucherabzweigen

Ob robuste elektromechanische Lasten oder hochsensible Elektronik, alle 24-V-Verbraucher werden in modernen Anlagen- und Maschinenbau gemeinsam durch ein einziges geregeltes Schaltnetzteil versorgt. Damit Störungen an einem Verbraucher nicht gleich die gesamte Anlage lahmlegen, wird der 24-V-Versorgungsstromkreis auf einzelne Abzweige aufgeteilt und selektiv abgesichert. Hierfür werden oftmals Leitungsschutzschalter (LSS) eingesetzt. In vielen Fällen bieten sie aber keinen verlässlichen Schutz. Das elektronische Selektivitätsmodul hingegen überwacht zuverlässig die 24-V-Abzweige und ermöglicht eine sichere Fehlerdiagnose und minimiert Stillstandzeiten.

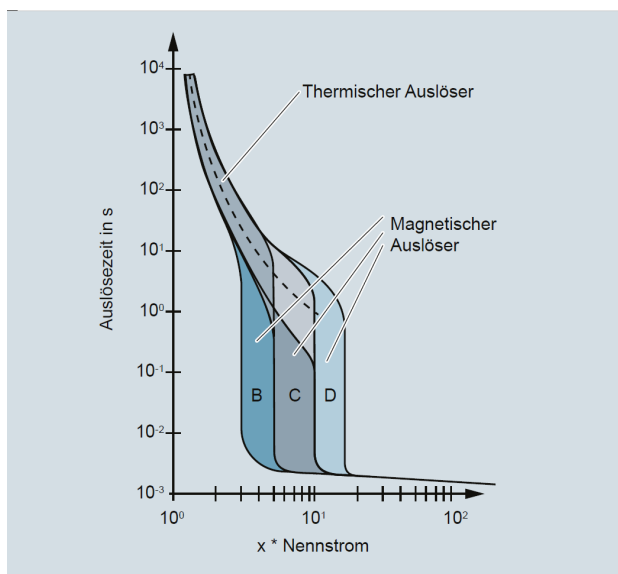
Schaltnetzteile schützen sich durch elektronische Ausgangsstrombegrenzung

Primär getaktete Schaltnetzteile haben sich zur Versorgung der 24-V-Ebene automatisierter Anlagen längst flächendeckend durchgesetzt und das unregelmäßige Trafonetzteil abgelöst. Die Aufteilung der 24-V-Versorgung auf mehrere Verbrauchergruppen sowie deren Absicherung erfolgt in den meisten Fällen jedoch noch über herkömmliche Leitungsschutzschalter. Schaltnetzteile sind mit ihren Bauteilen auf einen bestimmten Nennwert der Ausgangsleistung dimensioniert. Um die Geräte gegen Schädigung durch Überlastung zu schützen, wird der Ausgangsstrom elektronisch begrenzt. Der Einsatzpunkt der Strombegrenzung liegt hierbei in der Regel beim 1,1- bis zum 1,5-fachen des Nennwertes. Dieser begrenzte Maximalstrom hat auch Auswirkungen auf das Auslöseverhalten von Leitungsschutzschaltern.

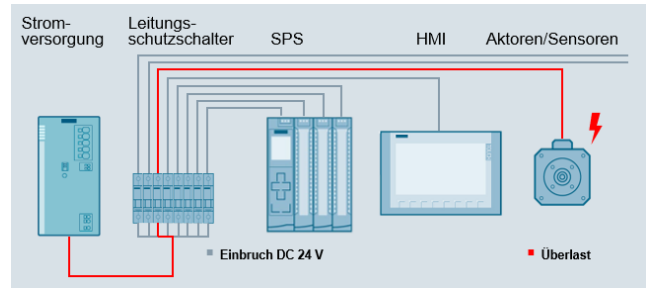
Das charakteristische Verhalten von Leitungsschutzschaltern

Die Aufgabe von Leitungsschutzschaltern ist der Schutz von Leitungen gegen thermische Schädigung der Isolation durch zu hohe Ströme. Die Auslösekennlinien sind daher den Belastungskennlinien der Leitungen angepasst. Beim Abschaltmechanismus ist zwischen zwei Auslösebereichen zu unterscheiden. Im Bereich kleiner Überströme erfolgt eine zeitlich verzögerte thermische Auslösung durch ein Bimetall. Die Dauer bis zur Auslösung ist dabei abhängig von der Höhe des Überstroms und liegt im Bereich von Minuten bis Stunden. Das Abschalten bei hohen Überströmen (Kurzschlüssen) erfolgt hingegen über die elektromagnetische Auslösung. Sie erfolgt im Millisekunden Bereich über einen Elektromagneten. Damit die elektromagnetische Auslösung des Leitungsschutzschalters aber nicht schon bei betriebsmäßigen Einschaltstromstößen der angeschlossenen Verbraucher anspricht, gibt es unterschiedliche Empfindlichkeiten, die sich in den verschiedenen Auslösecharakteristiken „A“ bis „D“ widerspiegeln. In allen Fällen wird jedoch ein Mehrfaches des Nennstroms benötigt, damit der Leitungsschutzschalter sehr schnell auslöst.

Bei einem Leitungsschutzschalter mit Charakteristik C, erfolgt die Auslösung z.B. beim 5- bis 10-fachen Nennstrom. Wobei sich bei Gleichspannung die Grenzstromwerte um den Faktor 1,4 erhöhen. Für die Sofortauslösung muss man zur sicheren Projektierung also den 14-fachen Nennstrom berücksichtigen.



Die schnelle Auslösung ist entscheidend, weil beim Zusammenbruch der 24-V-Versorgung auch die intakten Abzweige unterversorgt werden. Spannungsausfälle ab 20ms sind für die SPS bereits kritisch und führen zur Unterbrechung des Prozesses oder sogar zum Absturz.



Applikationsbeispiel mit selektiver Absicherung über LS-Schalter:

Bei Überlast begrenzt das Schaltnetzteil den Strom und der Leitungsschutzschalter löst nicht schnell genug aus. Die 24 Volt brechen ein, alle Verbraucher werden unterversorgt, die SPS geht in „stop“.

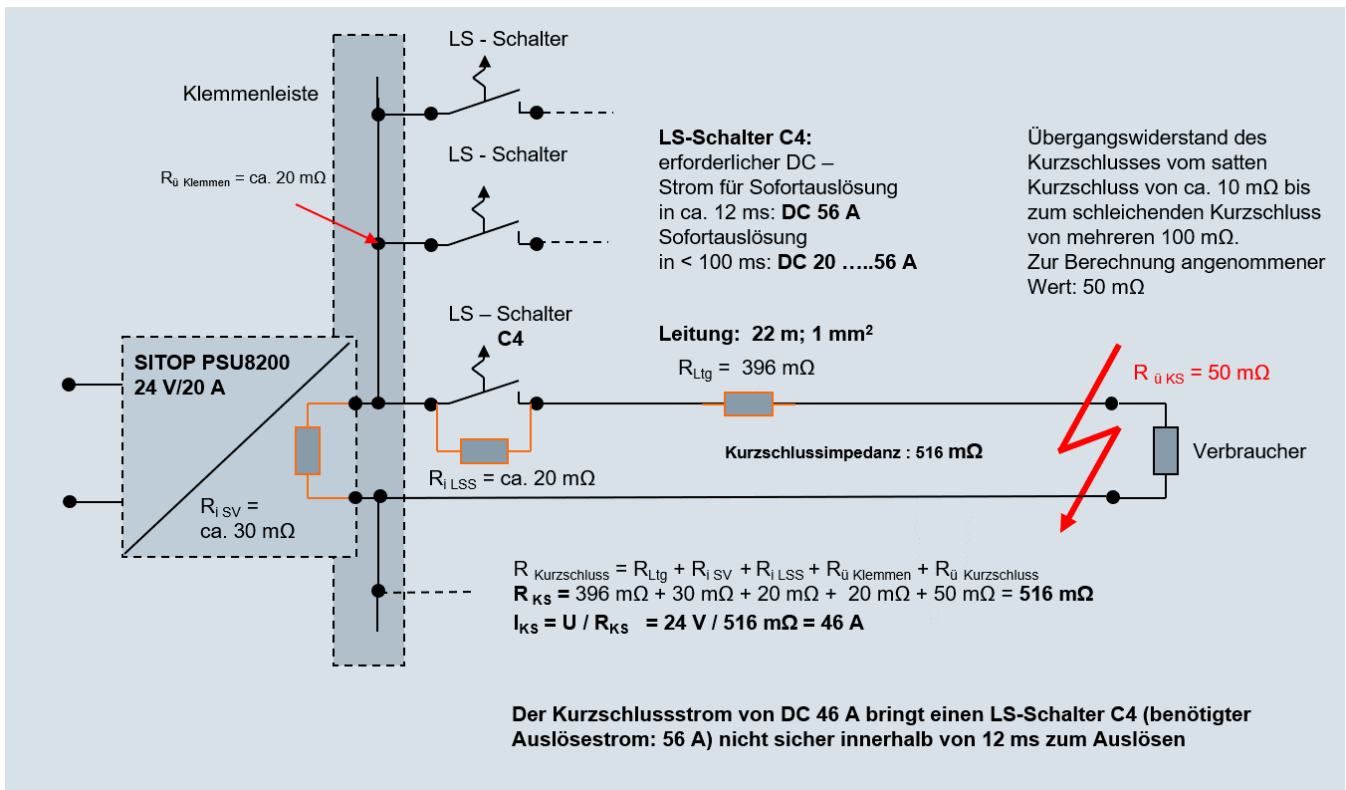
Die Problematik moderner Netzgeräte und herkömmlicher Leitungsschutzschaltern

Durch die elektronische Strombegrenzung des Schaltnetzteils wird der Ausgangsstrom im Überlastfall auf einen beispielhaften Wert des 1,5-fachen Nennstromes limitiert. Bei einem 20-A-Gerät entspricht dies z.B. einem Maximalstrom von 30 A. Damit lassen sich allenfalls Leitungsschutzschalter Charakteristik C mit einer Nennstromstärke von bis zu 2 A sicher zum sofortigen Auslösen bringen.

Überdimensionierung ist ein unzureichender Lösungsansatz

Im einfachsten Fall kann ein Auslösen von Leitungsschutzschaltern größerer Nennstromstärke erreicht werden, indem eine Stromversorgung mit höherer Ausgangsleistung eingesetzt wird. Dies verursacht jedoch auch größeren Platzbedarf und höhere Kosten. Zum Teil wird in Stromversorgungen auch ein sogenannter „Power-Boost“ integriert. Hierbei ist das Gerät zumindest kurzzeitig in der Lage, einen Ausgangsstrom bis zum 6-fachen des Nennstromes zu liefern.

In der Praxis ist dies jedoch oftmals keine Lösung, weil dieser hohe Ausgangsstrom nicht zum Fließen kommt. Denn die ohmschen Widerstände der Hin- und Rückleitungen bis zur Fehlerstelle begrenzen den maximal möglichen Strom. Schon bei einer Schleifenimpedanz von nur 0,4 Ohm – das entspricht bei einer Leitung mit einem Querschnitt von 1 mm² einer Entfernung von nur 11 m zwischen Stromversorgung und Verbraucher - kann ein 20-A-Netzteil, das kurzzeitig den 6-fachen Strom (120 A) liefern könnte, nur noch einen 3-fachen Strom (60 A) durch den Kurzschlusspfad treiben. Mit diesem Strom kann dann maximal ein Leitungsschutzschalter Charakteristik C mit Nennstrom bis 4 A mit Sicherheit sofort ausgelöst werden. Berücksichtigt man allerdings neben dem reinen Leitungswiderstand auch die Innenwiderstände der Stromversorgung und des Leitungsschutzschalters sowie die Übergangswiderstände von Klemmen und des eigentlichen Kurzschlusses, kommen selbst die 60 A nicht mehr zum Fließen und ein C4 nicht mehr zum sofortigen Auslösen (siehe Applikationsbeispiel auf nächster Seite). Und bei niederohmigen Fehlern kommt zwar ein höherer Strom zum Fließen, mit dem auch größere Leitungsschutzschalter ausgelöst werden können, fehlerhaften Pfades einen Spannungseinbruch.



Applikationsbeispiel mit begrenztem Kurzschluss-Strom:

Der Kurzschluss-Strom wird durch verschiedene ohmsche Widerstände reduziert, weshalb der Strom zur schnellen Auslösung des Leitungsschutzschalters nicht erreicht werden kann, unabhängig von der Leistungstärke der Stromversorgung

Wenn die Abschaltung nicht binnen weniger Millisekunden erfolgt, können weitere elektronische Verbraucher gestört werden. Letztendlich kann mit der Kombination Schaltnetzteil und Leitungsschutzschalter nur in speziellen Fällen unter hohem Projektierungsaufwand eine selektive Abschaltung fehlerhafter Verbraucherzweige erreicht werden.

Speziell abgestimmte Abschaltcharakteristik als optimale Lösung

Elektronische Selektivitätsmodule sind speziell auf das Verhalten von Schaltnetzgeräten und den zu versorgenden 24-V-Gleichspannungs-Abzweigen abgestimmt. Mit ihren speziellen Abschaltcharakteristik reagieren sie auf Überstrom in einem fehlerhaften Abzweig, selbst wenn dieser nur geringfügig über dem Nennstrom liegt. Dadurch lassen sich auch lange dünne Leitungen zuverlässig absichern, bei denen der Kurzschlussstrom durch den hohen ohmschen Widerstand begrenzt ist. Durch diesen Vorteil sind kleinere Leitungsquerschnitte möglich, die gerade bei langen Distanzen zu Einsparungen führen.

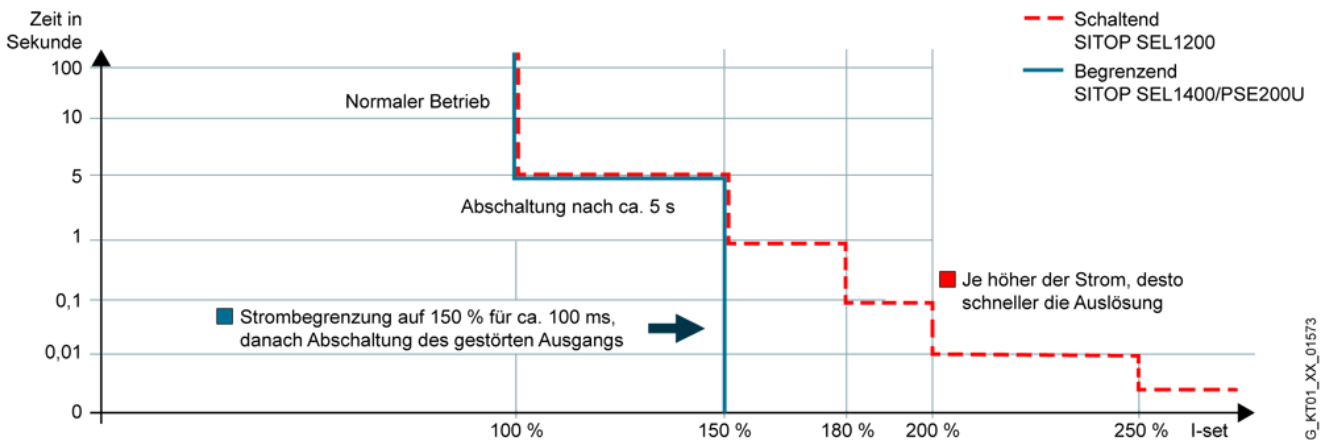
Die SITOP-Selektivitätsmodule von Siemens bieten diesen zuverlässigen Schutz. Mit der strombegrenzenden und schaltenden Auslösekennlinie decken sie alle Applikationsanforderungen ab.

Begrenzende oder schaltende Charakteristik?

Welche Auslösecharakteristik ist für welche Applikation sie optimale? Die begrenzende Charakteristik limitiert den Ausgangsstrom auf 150 % des eingestellten Werts. Dieser Wert entspricht dem Überlastverhalten der SITOP Stromversorgungen der Produktlinien „Advanced“ und „Standard“. Selbst bei Kurzschluss

kann es zu keiner Überlastung der Stromversorgung und demzufolge auch zu keinem Spannungseinbruch an ihrem Ausgang kommen. Selbst wenn eine Stromversorgung ohne Überlastreserven eingesetzt wird, sorgt das patentierte SITOP-Konzept für zuverlässigen Schutz: Neben der Überwachung des Stroms in den einzelnen Abzweigen misst das Selektivitätsmodul auch die Netzteil-Ausgangsspannung. Sinkt sie unter 20 V, kommt es zu einer selektiven Sofortabschaltung aller Ausgänge, die in diesem Moment über 100 % des individuell eingestellten Auslösestroms führen. Für alle nicht überlasteten Abzweige bleibt somit die 24-V-Versorgung ohne störenden Einbruch erhalten. Selbst Verbraucher, die nicht der SPS-Norm entsprechen und nur wenige Millisekunden Unterspannung überbrücken können, laufen problemlos weiter. Über die begrenzende Charakteristik verfügen die Selektivitätsmodule SITOP PSE200U und SEL1400 und bieten deshalb die höchste Sicherheit bei Überlast und Kurzschluss im 24-V-Steuerstromkreis.

Die schaltende Charakteristik hat einen ähnlichen Verlauf wie Leitungsschutzschalter, aber mit schnellerer Auslösung bei geringerem Strom. Trotzdem lässt sie höhere Einschaltströme zu. Sonst gilt bei der schaltenden Charakteristik, dass der Ausgang umso schneller abgeschaltet wird, je höher der Strom ist. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Stromversorgung für wenige Millisekunden mit einem wesentlich höheren als dem eingestellten Strom belastet wird. Verfügt das Netzgerät über geringe Überlastreserven, kann es zu kurzzeitigem Einbruch der 24 Volt kommen. Für Verbraucher, die der SPS-Norm entsprechen, ist dies unkritisch. Über die schaltende Charakteristik verfügen die Selektivitätsmodul SITOP SEL1200 und bieten deshalb



Auslösecharakteristik SITOP SEL1400/PSE200U und SEL1200: Strom begrenzend und schaltend

für Standardanwendungen eine sehr effiziente Absicherung. Für 24-V-Lasten mit hohem Einschaltstrom bietet die schaltende Auslösecharakteristik sogar Vorteile. Denn was beim Abschalten gilt, gilt auch beim Einschalten. Hohe Ströme werden nicht begrenzt, sondern kurzzeitig zugelassen. Zudem können zwei benachbarte Ausgänge der Selektivitätsmodule SITOP SEL1200 oder SEL1400 für 50% mehr Ausgangsstrom parallelgeschaltet werden, z.B. 2 Ausgänge mit 10 A für 15 A Nennstrom.

Video SITOP SEL1200 und SEL1400 – Schaltend oder begrenzend: <https://youtu.be/cmcJc1Cj0ZI>

Umfangreiche Funktionalität sichert gezielte Fehlerlokalisierung

Der Auslösestrom eines jeden Ausganges kann individuell mit einem, von vorne zugänglichen, Potentiometer eingestellt werden. Zur Verfügung stehen Gerätevarianten mit 4 oder 8 Ausgängen und je nach Typ mit Einstellbereichen bis 3 A, 5 A oder 10 A. Das Selektivitätsmodul SITOP PSE200U gibt es auch als NEC Class 2 Variante mit 4 Ausgängen 0,5-3 A und 100 VA Leistungsbegrenzung.

Die Module SITOP SEL1200, 1400 und PSE200U signalisieren den Zustand der einzelnen Abzweige über eine mehrfarbige LED je Kanal. Im Falle einer Abschaltung wechselt die Anzeige von grün auf rot und je nach Gerätevariante wird die Störung über einen Summenmeldekontakt oder als Einzelkanalmeldung ausgegeben. Bei der Einzelkanalmeldung ist der Meldeausgang mit nur einem Standard-Digitaleingang der Steuerung zu verbinden. Der abgeschaltete Kanal wird über ein Puls-Pausen-Protokoll signalisiert, welches auf der Steuerungsseite von einem Funktionsbaustein ausgewertet wird. Fehler sind so besonders schnell in einem übergeordneten Leit- oder Bedien- und Beobachtungssystem lokalisierbar, was zu einer weiteren Reduzierung von Stillstandzeiten führt.

Die Visualisierung erfolgt über WinCC Faceplates. SITOP PSE200U meldet den Zustand der Ausgänge über 4 Channel-Bits, die jeweils durch ein Pause-Bit getrennt sind. Zur Auswertung stehen Funktionsbausteine für SIMATIC S7 und SIMOTION zur Verfügung. Auch für die Einbindung in Logikmodule LOGO! gibt es ein Anwendungsbeispiel.

Anwendungsbeispiel SITOP PSE200U mit SIMATIC S7:

<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/61450284>

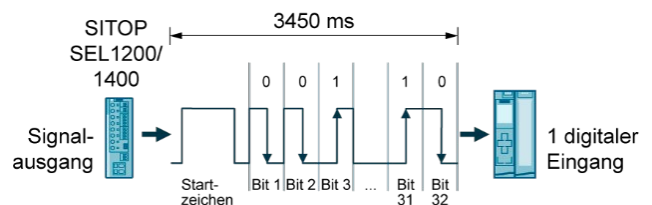
mit SIMOTION:

<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/82555461>

mit LOGO!:

<https://new.siemens.com/global/de/produkte/automatisierung/systeme/industrielsps/logo/logo-application-examples.html>

Die Selektivitätsmodule SITOP SEL1200 und 1400 übertragen über ihre Diagnoseschnittstelle ein 32 Bit-Telegramm im Manchester-Code:

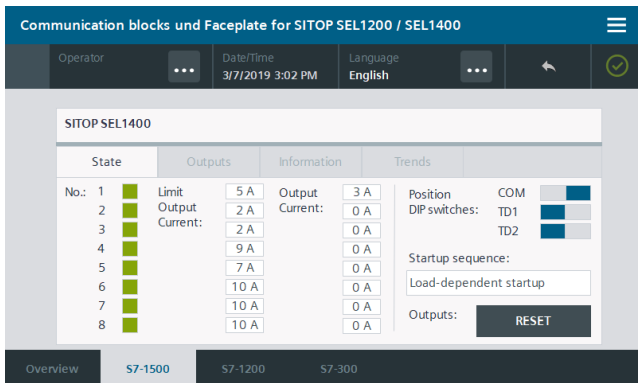


Übertragen werden folgende Gerätedaten:

- Statusinformationen zu jedem Ausgang und Grund bei Abschaltung, z.B.:
 - Überlast bis 150 % für mehr als 5 sec
 - Überlast ab 150 %
- Aktuelle Ausgangsstromwerte an den Ausgängen
- Stromgrenzwerte der Ausgänge
- Geräteinformationen wie Herstellungsdatum, Artikelnummer und Einstellungen

Die Funktionsbausteine stehen z.B. für SIMATIC S7-1200, -1500, -300 und -400 CPUs zur Verfügung. Das Telegramm ist im Anwendungsbeispiel dokumentiert und kann auch von anderen Steuerungen ausgewertet werden.

Vorgefertigte Faceplates für WinCC erleichtern die Visualisierung der Daten von SITOP SEL1200 und SEL1400.



Visualisierung: Die Zustände und Einstellungen der einzelnen Ausgänge sowie Geräteinformationen der SITOP SEL1200/1400 werden auf WinCC Facelates übersichtlich dargestellt.

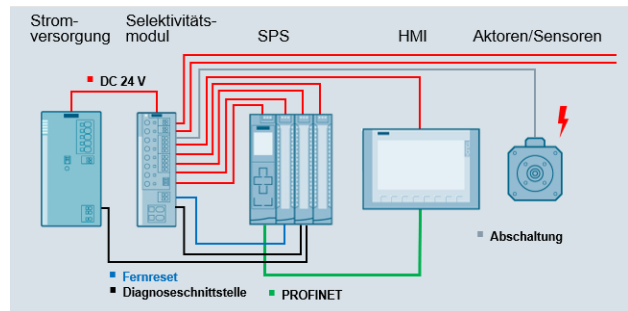
Anwendungsbeispiel zur Auswertung der Diagnoseschnittstelle SITOP SEL1200/1400 und Visualisierung der Gerätedaten:

<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109763709>

Zusatznutzen im Betrieb und bei der Inbetriebnahme

Wenn im Betrieb ein Fehler nur temporär aufgetreten ist, lässt sich der betroffene Ausgang über Fern-Reset wieder aktivieren. Vor allem bei entfernt gelegenen Anlageteilen kann die Funktion Wege- und evtl. auch Ausfallzeit sparen. Zur Unterstützung der Inbetriebnahme und Wartung lassen sich einzelne Abzweige manuell über Taster ab- und zuschalten. Ein manuell abgeschalteter Kanal wird durch eine gelbe LED signalisiert. Aus Sicherheitsgründen kann das manuelle Abschalten nicht über Fern-Reset aufgehoben werden.

Einen weiteren Nutzen bringt das sequenzielle Zuschalten der einzelnen Ausgangskanäle. Wählbar sind hierbei feste Verzögerungszeiten bis 500 ms und zusätzlich die Zeit für lastoptimiertes Einschalten. Lastoptimiert heißt, dass die Zuschaltung eines Ausgangs erst erfolgt, wenn der vorherige wieder unter dem eingestellten Auslösestrom liegt. Das sequenzielle Einschalten verhindert das zeitgleiche Zuschalten vieler angeschlossener Lasten, die die Stromversorgung kurzzeitig überlasten und die 24-V-Spannung beeinflussen würden. Der geringere Gesamteinschaltstrom ermöglicht ggf. eine kleinere Dimensionierung des Netzgeräts.



Anwendungsbeispiel mit einem Standard-Netzgerät (z.B. aus der Produktlinie SITOP PSU6200) und Selektivitätsmodul SITOP SEL1400: Fehlerhafte Abzweige werden durch das Selektivitätsmodul bei Gefahr eines 24-V-Spannungseinbruchs sofort abgeschaltet. Kritische Verbraucher, wie z.B. eine SPS werden unterbrechungsfrei weiter versorgt

Einsatzspektrum von Leitungsschutzschaltern und Selektivitätsmodulen

Für Verbraucher, die unempfindlich gegen Spannungseinbrüche sind, bieten Schaltnetzteile mit Leitungsschutzschalter eine kostengünstige Lösung.

Mit einer hohen Überlastfähigkeit der Stromversorgung (Power Boost z.B. bis 6 x I Nenn) kann das Auslösen der LS-Schalter beschleunigt werden. Bei empfindlichen Verbrauchern und begrenztem Kurzschlussstrom garantiert diese Kombination aber auch keinen sicheren Schutz.

Mit Selektivitätsmodulen ist unter allen Bedingungen eine hohe Projektierungssicherheit gegeben. Zudem ist ein Standard-Schaltnetzgerät ausreichend.



Schutzmaßnahmen im 24-V-Steuerstromkreis: Konfigurationen mit einer geregelten Stromversorgung und deren Wirkung bei Kurzschluss oder Überlast

Fazit

Mit den Selektivitätsmodulen wird Selektivität in 24-V-Versorgungsstromkreisen zuverlässig erreicht. Mit SITOP SEL1200 werden Standardanwendungen sicher vor Kurzschluss und Überlast geschützt und Verbraucher mit hohem Einschaltstrom lassen sich trotzdem einschalten.

Mit SITOP SEL1400 und PSE200U erreichen Sie den höchsten Schutz vor Spannungseinbruch der Stromversorgung resultierend aus Kurzschluss oder Überlast. Denn die Selektivitätsmodule SITOP SEL1400 und PSE200U überwachen den Strom je Abzweig und verhindern zuverlässig das Einbrechen der Versorgungsspannung.

Die Diagnosefunktionen ermöglichen bereits eine Fehlereingrenzung und Reaktion von zentraler Stelle. Vor Ort am Schaltschrank helfen die kanalspezifischen LED-Anzeigen beim schnellen Auffinden der Fehlerquelle, Anlagentotalausfälle werden vermieden, Teilausfälle auf eine kurze Zeitdauer minimiert. Zusatznutzen bringen das Fern-Reset, manuelles Ab- und Zuschalten sowie sequenzielles Einschalten der einzelnen 24-V-Abzeige.

Herausgeber
Siemens AG
 Digital Industries
 Process Automation
 Östliche Rheinbrückenstr. 50
 76187 Karlsruhe, Deutschland

www.siemens.de/sitop

Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Die Informationen in diesem Dokument enthalten lediglich allgemeine Beschreibungen bzw. Leistungsmerkmale, welche im konkreten Anwendungsfall nicht immer in der beschriebenen Form zutreffen bzw. welche sich durch Weiterentwicklung der Produkte ändern können. Die gewünschten Leistungsmerkmale sind nur dann verbindlich, wenn sie bei Vertragsschluss ausdrücklich vereinbart werden. Liefermöglichkeiten und technische Änderungen vorbehalten. Alle Erzeugnisbezeichnungen können Marken oder Erzeugnisnamen der Siemens AG oder anderer, zuliefernder Unternehmen sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.